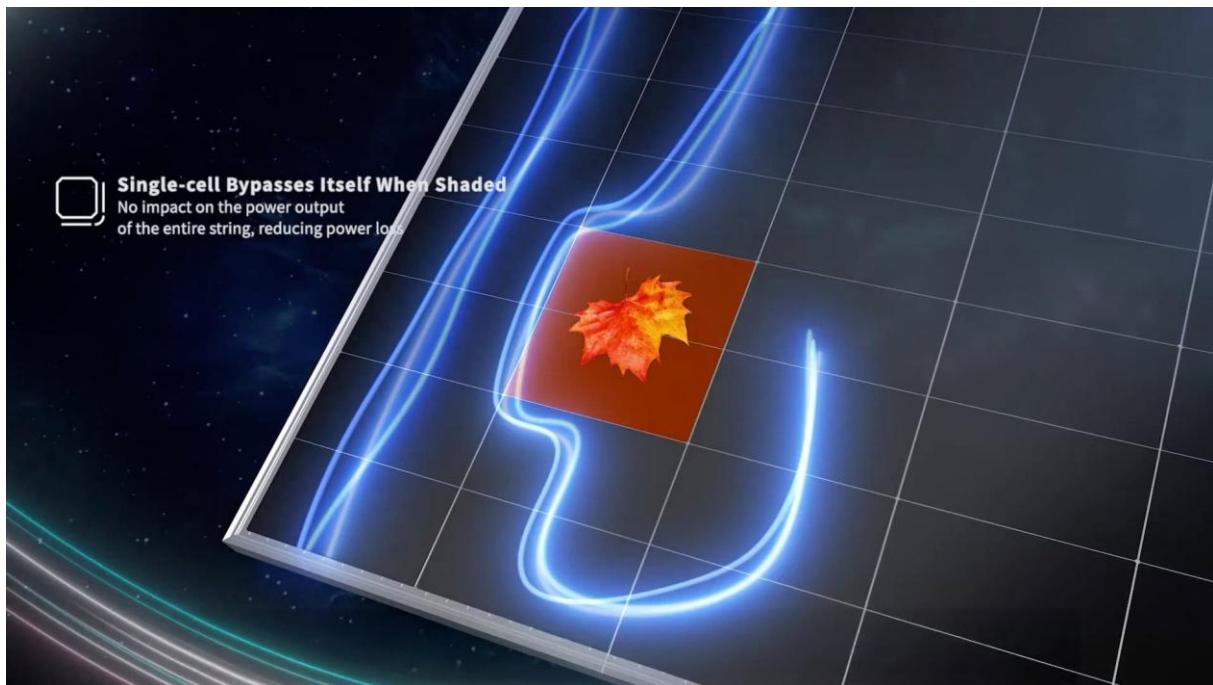


## Infoblatt: HPBC-Panels

### HPBC-Solarmodule: Wie die Rückkontaktechnologie die Leistung im Halbschatten verbessert



*Sind Sie es leid, zuzusehen, wie Ihre Solarproduktion sinkt, wenn Schatten auf Ihre Module fällt? Die HPBC-Technologie liefert 10-15% mehr Energie bei teilweiser Beschattung, indem sie alle elektrischen Kontakte auf die Rückseite der Zelle verlegt und so mehrere Wege für den Stromfluss schafft.*

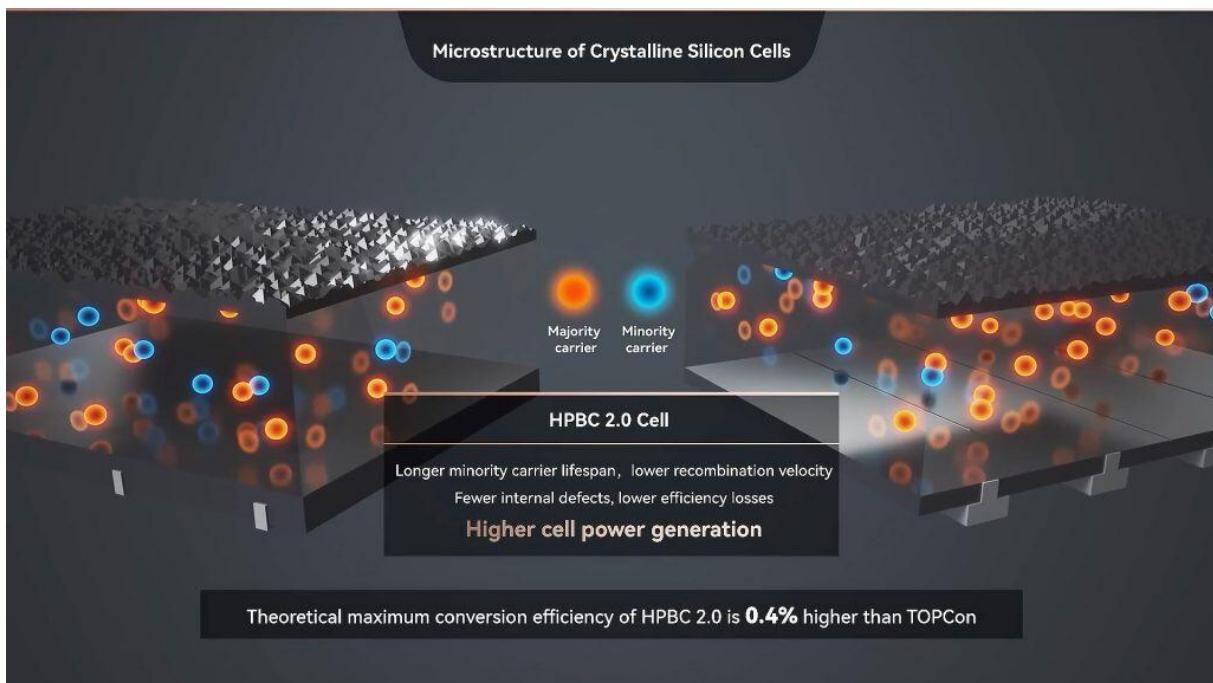
Haben Sie schon einmal erlebt, dass Ihre Solarstromproduktion drastisch sinkt, wenn ein kleiner Schatten auf Ihre Solarmodule fällt? Damit sind Sie nicht allein. Schatten war lange Zeit eine der größten Herausforderungen für Solarenergie – bis jetzt. Die HPBC-Technologie verändert die Situation für Hausbesitzer und Unternehmen, die mit teilweiser Beschattung zu kämpfen haben.

#### **Was ist HPBC-Technologie und warum sollte sie Sie interessieren?**

HPBC steht für **Hybrid passivierter Rückkontakt**, eine von Longi Green Energy entwickelte Solarzellentechnologie, die fortschrittliche Passivierungstechniken mit einer Back-Contact-Architektur kombiniert.

Die Technologie ermöglicht eine ungehinderte Beschattung der Vorderseite durch Metallkontakte und optimiert die Photonensammlung, was zu einer besseren Umwandlungseffizienz führt. Vereinfacht ausgedrückt: HPBC verlagert alle elektrischen Verbindungen auf die Rückseite der Solarzelle, sodass die Vorderseite vollständig frei bleibt und das Sonnenlicht einfangen kann.

Warum ist das für Sie wichtig? Weil dieses Design eine grundlegend andere Art der Stromhandhabung innerhalb des Panels ermöglicht, die unter realen Bedingungen wie Halbschatten deutlich bessere Ergebnisse liefert.

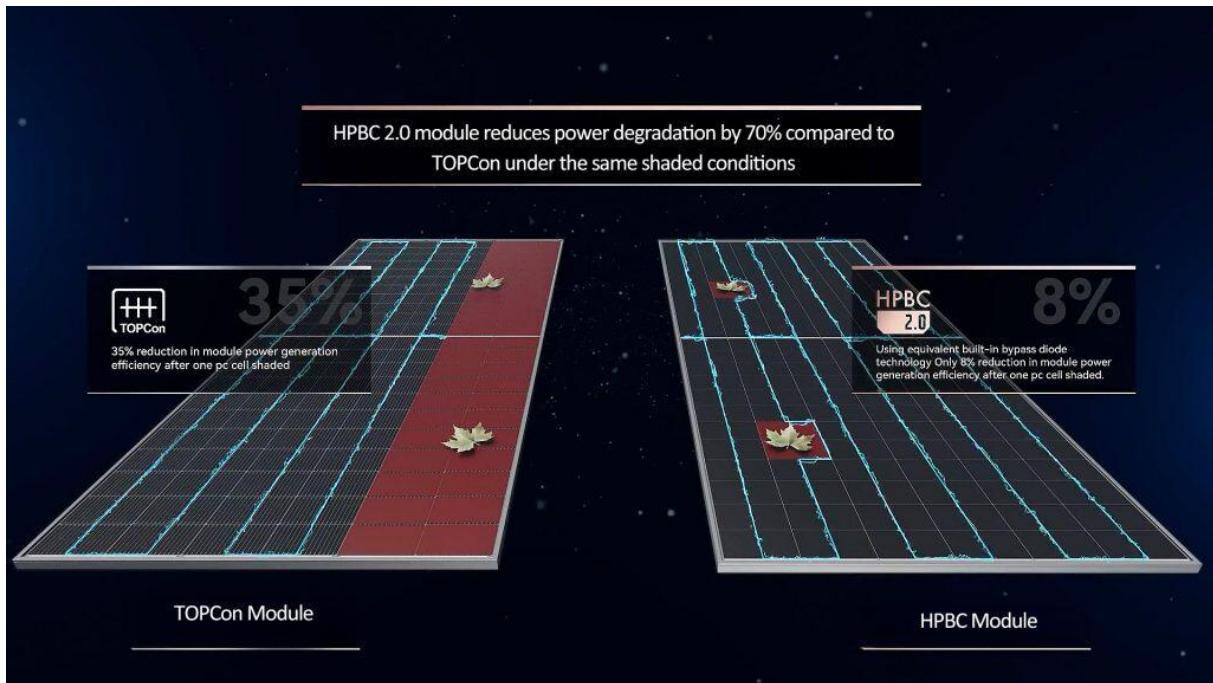


### Das Schattenproblem: Die Schwäche herkömmlicher Solarmodule

Standard-Solarmodule sind in Reihe geschaltet, ähnlich wie Weihnachtsbeleuchtungen, bei denen eine defekte Glühbirne die gesamte Lichterkette beeinträchtigt. Wenn ein Blatt oder Ast nur 51 TP3T Ihres Moduls beschattet, können Sie 15–251 TP3T Ihrer Leistung verlieren.

Solarmodule funktionieren im Schatten, ihre Leistung sinkt jedoch. Generell gilt: Solarmodule produzieren unter Wolken und im Schatten etwa halb so viel Energie wie unter direkter Sonneneinstrahlung.

Diese Schwachstelle besteht, weil herkömmliche Module nur einen einzigen elektrischen Pfad haben. Wenn Schatten einen Teil dieses Pfads blockiert, entsteht Widerstand, der das gesamte Modul beeinträchtigt.



*Stromfluss in herkömmlichen Modulen (links) im Vergleich zu HPBC-Modulen (rechts) bei teilweiser Beschattung*

### Funktionsweise von HPBC: Die Wissenschaft hinter einer besseren Schattenleistung

HPBC-Module gehen anders mit Schatten um, da sie die Art und Weise, wie Elektrizität durch die Zellen fließt, grundlegend verändern.

#### Die Back-Contact-Architektur

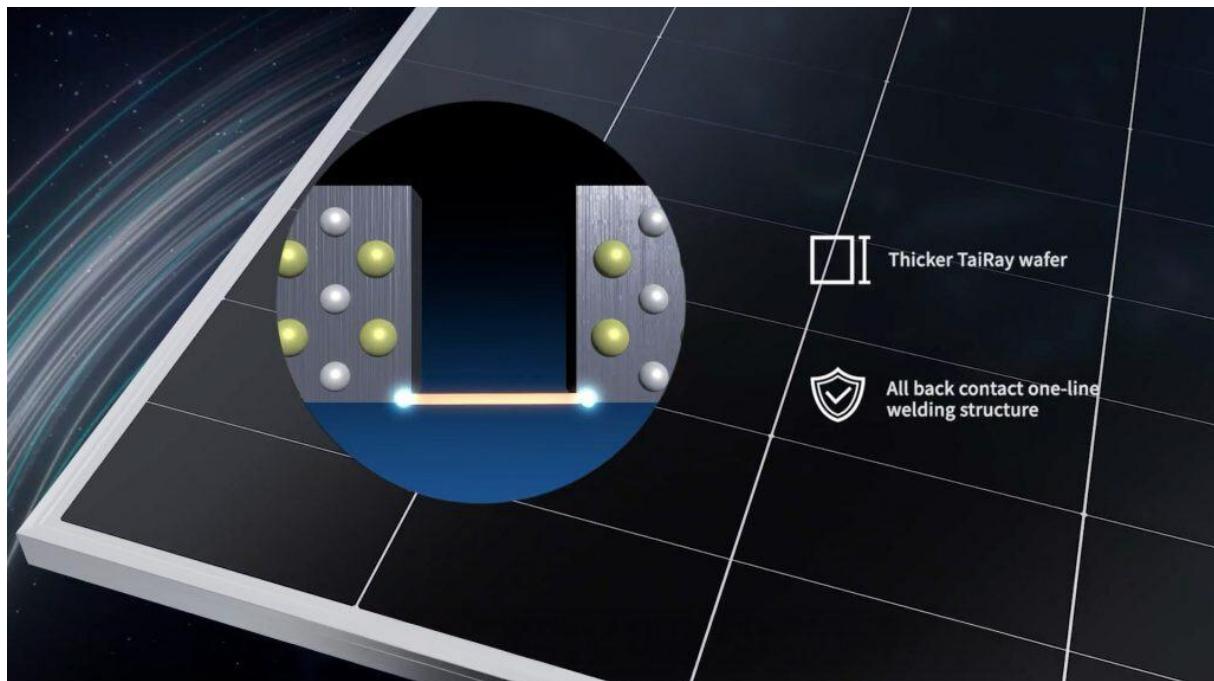
Im Gegensatz zu herkömmlichen Panels mit Metallgitterlinien auf der Vorderseite platziert HPBC sowohl positive als auch negative Kontakte in einem abwechselnden Muster (ähnlich wie ineinander verschlungene Finger) auf der Rückseite der Zelle.

Dieses Design „erhöht nicht nur die Effizienz, sondern verbessert auch die Sicherheit und senkt die langfristigen Wartungskosten“ und ermöglicht gleichzeitig eine bessere Energieausbeute unter unterschiedlichen Lichtbedingungen.“

## Alternative Strompfade

Diese Architektur erzeugt mehrere parallele Strompfade. Wenn ein Bereich beschattet ist, kann der Strom dennoch effizient über alternative Routen fließen, ähnlich wie der Verkehr eine Straßensperrung umgeht.

Laut HZG Solar verfügen diese Zellen über eine „stärkere Lichtabsorption, einen höheren Umwandlungswirkungsgrad und eine stabilere Stromübertragung“, wodurch sie „natürlich für verteilte Photovoltaik-Szenarien geeignet“ seien.



*HPBC-Zellenstruktur mit allen Kontakten auf der Rückseite, sodass die Vorderseite für die Absorption von Sonnenlicht vollständig offen bleibt*

## Leistung in der Praxis: Was die Tests zeigen

Unabhängige Tests bestätigen die Vorteile von HPBC bei Schattenbedingungen:

In einem siebenmonatigen Test, der vom chinesischen National Photovoltaic Quality Inspection Center (CPVT) durchgeführt wurde, „wiesen die BC-Antistaubmodule von LONGi einen durchschnittlichen relativen Monatsgewinn von 2,331 TP3T im Vergleich zu herkömmlichen BC-Modulen auf und erreichten den höchsten Tagesgewinn von über 101 TP3T.“

In Umgebungen mit dynamischer Beschattung (z. B. durch sich bewegende Baumschatten) halten HPBC-Module typischerweise 80–85 TP3T ihrer optimalen Leistung, während herkömmliche Module auf 65–70 TP3T abfallen können. Dies entspricht einer Verbesserung von etwa 10–15 Prozentpunkten unter identischen Beschattungsbedingungen.

„Nach der Umstellung auf HPBC-Module stieg unsere Energieproduktion trotz des teilweisen Schattens durch den Ahornbaum unseres Nachbarn um fast 181 TP3T. Der Unterschied ist am späten Nachmittag am deutlichsten, da der Baumschatten unsere Produktion früher vollständig zum Erliegen brachte.“

— Winifred Blaxton, Hausbesitzerin in Portland



### **HPBC vs. TOPCon vs. PERC: Die Wahl der richtigen Technologie**

Auf dem Solarmarkt gibt es derzeit mehrere fortschrittliche Zelltechnologien. Wie schneiden sie im Vergleich ab?

## Leistungsvergleich

| Besonderheit                         | HPBC                         | TOPCon               | PERC                 |
|--------------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Zelleffizienz</b>                 | 24.3-26.6%                   | 24.5-25.5%           | 22.0-23.5%           |
| <b>Moduleffizienz</b>                | 22.8-24.8%                   | 22.5-23.1%           | 20.0-21.5%           |
| <b>Schattenleistung</b>              | Vorgesetzter                 | Gut                  | Standard             |
| <b>Temperaturkoeffizient</b>         | -0,26% bis -0,28%/°C         | -0,30% bis -0,33%/°C | -0,35% bis -0,40%/°C |
| <b>Bifaziales Verhältnis</b>         | 30-50%                       | 70-80%               | 60-70%               |
| <b>Ästhetik</b>                      | Premium (keine Gitterlinien) | Standard             | Standard             |
| <b>Marktreife</b>                    | Neuer (seit 2022)            | Gegründet            | Reifen               |
| <b>Aktueller Marktanteil (N-Typ)</b> | 10-15%                       | 55-60%               | N/A (P-Typ)          |

Sowohl HPBC- als auch TOPCon-Technologien zeichnen sich durch hohe Wirkungsgrade aus, wobei HPBC im Labor leicht überlegen ist. Die tatsächliche Leistung variiert jedoch je nach Umgebungs faktoren. In Bezug auf die Temperaturbeständigkeit sind TOPCon- und HPBC-Optionen besonders beeindruckend, mit Temperaturkoeffizienten von bis zu -0,301 TP3T/°C im Vergleich zu Standardmodulen mit -0,351 TP3T/°C oder schlechter.

## Technische Merkmale

### HPBC

Kombiniert TOPCon- und IBC-Technologien (Interdigitated Back Contact), um eine Zelle ohne Metallkontakte auf der Vorderseite zu erstellen und so die Lichtabsorption zu maximieren.

Longi entwickelt seit 2018 HPBC-Zellen. Standardversionen erreichen eine bemerkenswerte Massenproduktionseffizienz von 25%. Durch interne Strukturverbesserungen verbessert die Technologie die Lichtabsorption und die photoelektrische Umwandlungsfähigkeit deutlich.



### Wann HPBC für Ihr Projekt am sinnvollsten ist

Die HPBC-Technologie ist in bestimmten Szenarien besonders wertvoll:

#### 1. Installationen mit unvermeidbaren Schattenproblemen

Wenn Ihr Dach teilweise durch nahe gelegene Bäume, Gebäude oder Dachelemente wie Schornsteine oder Lüftungsöffnungen beschattet wird, kann die höhere Schattentoleranz von HPBC einen erheblichen Unterschied bei der jährlichen Energieproduktion ausmachen.



Reale Installationen unter teilweise beschatteten Bedingungen zeigen mit HPBC-Systemen typischerweise eine um 5-15% höhere jährliche Energieproduktion im Vergleich zu herkömmlichen Paneelen an identischen Standorten.

## 2. Projekte, bei denen Ästhetik wichtig ist

Wie von Pak Solar Services beschrieben, sind HPBC-Module „perfekt für alle, die Wert auf elegante Ästhetik und hohe Effizienz legen“ und eignen sich besonders für „monofaziale“ Anwendungen, bei denen es auf das Aussehen ankommt.

Das Fehlen von Gitterlinien auf der Vorderseite sorgt für ein sauberes, einheitliches Erscheinungsbild, das besonders wertvoll ist für:

- Architektonisch sensible Installationen
- Luxusimmobilien und erstklassige Geschäftsgebäude
- Historische Viertel mit strengen optischen Anforderungen

## 3. Installationen mit begrenztem Platzangebot

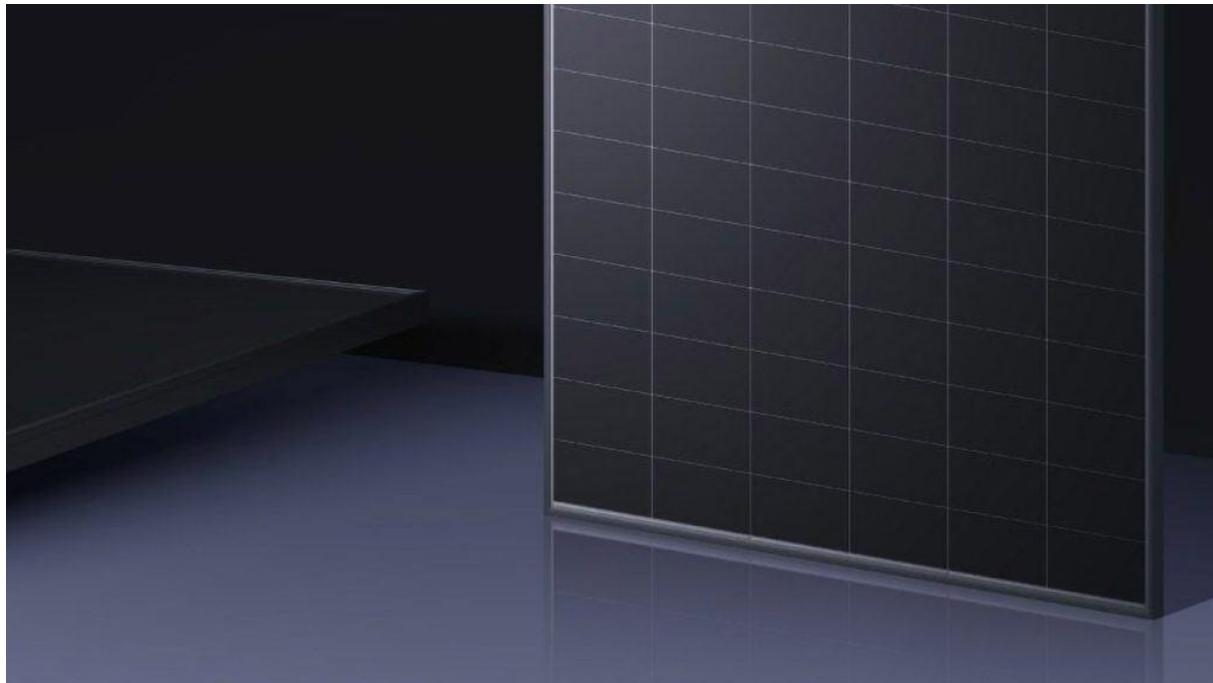
Bei begrenzter Dachfläche wird der Effizienzvorteil von HPBC besonders wertvoll:

Der theoretische Umwandlungswirkungsgrad von BC-Zellen hat 29,1% erreicht, wobei Produkte mit BC-Zellentechnologie „in globalen Komponentenrankings erhebliche Effizienzvorteile aufweisen“.

Dieser Platzeffizienzvorteil des 5-7% führt direkt zu mehr Leistung auf der gleichen Fläche, was für die Maximierung der Rendite bei platzbeschränkten Installationen entscheidend ist.

„Wir haben ein kleines Dach mit begrenzter Fläche für Solaranlagen. Dank der höheren Effizienz der HPBC-Module konnten wir auf derselben Fläche ein 6,5-kW-System installieren, wo uns herkömmliche Solarmodule nur 5,8 kW geliefert hätten. Dadurch können wir fast 100% unseres Strombedarfs decken.“

— Merrick Denslow, Hausbesitzer in Seattle



### **Die Kompromisse verstehen: HPBC-Einschränkungen**

Keine Technologie ist perfekt und bei HPBC gibt es einige Einschränkungen, die berücksichtigt werden müssen:

#### **Höhere Anschaffungskosten**

HPBC-Module erzielen typischerweise einen 5-10%-Aufpreis gegenüber vergleichbaren TOPCon-Modulen. Dieser Aufpreis dürfte mit zunehmender Produktionsskalierung und Weiterentwicklung der Herstellungsverfahren sinken.

Moregosolar erklärt: „Die HPBC-Technologie steht vor Herausforderungen, die mit höheren anfänglichen Herstellungskosten und der Komplexität ihres Heteroübergangsdesigns zusammenhängen“, obwohl diese durch Leistungsvorteile bei bestimmten Anwendungen ausgeglichen werden.

#### **Die Zukunft der HPBC-Technologie**

Laut Longi-Vorsitzendem Zhong Baoshen „werden Back-Contact-Zellen in den nächsten fünf bis sechs Jahren die Hauptrolle bei kristallinen Siliziumzellen spielen“ und „die hohe Umwandlungseffizienz von BC-Zellen ist das Kronjuwel der kristallinen Siliziumtechnologie.“



## Eine fundierte Entscheidung treffen: Ist HPBC das Richtige für Sie?

Um festzustellen, ob die HPBC-Technologie Ihren spezifischen Anforderungen entspricht, sollten Sie Folgendes berücksichtigen:

### Zu berücksichtigende Hauptfaktoren

1. **Schattenverhältnisse:** Wenn Ihr Installationsort teilweise im Schatten liegt, kann HPBC eine deutlich bessere Leistung in der Praxis liefern
2. **Ästhetische Anforderungen:** Wenn das Aussehen wichtig ist, bietet HPBCs sauberes, einheitliches Aussehen einen deutlichen Vorteil
3. **Platzbeschränkungen:** Begrenzter Bauraum kann die höhere Effizienz von HPBC wertvoller machen
4. **Budgetüberlegungen:** Wägen Sie den 5-10%-Preisaufschlag gegen die potenziellen Energiegewinne über die Lebensdauer des Systems von mehr als 25 Jahren ab.
5. **Lokales Klima:** Der feste Temperaturkoeffizient von HPBC macht es besonders geeignet für wärmere Regionen

### Fazit: Die richtige Technologie für Ihre spezifischen Anforderungen

HPBC stellt einen bedeutenden Fortschritt bei der Bewältigung eines der hartnäckigsten Probleme der Solarenergie dar: der Leistungsminderung durch Teilbeschattung. Ein grundlegendes Umdenken beim Stromfluss durch Solarzellen bietet unter realen Bedingungen, wo herkömmliche Konstruktionen an ihre Grenzen stoßen, erhebliche Vorteile.

Obwohl HPBC nicht unbedingt für jede Installation die beste Wahl ist, bietet es eine überzeugende Option für:

- Städtische und vorstädtische Installationen mit unvermeidbaren Schattenproblemen
- Projekte, bei denen Ästhetik und visuelle Integration wichtig sind
- Platzbeschränkte Installationen, die eine maximale Energiedichte erfordern



Da Produktionsumfang und -kosten sinken, werden HPBC und ähnliche Rückkontakttechnologien wahrscheinlich einen wachsenden Anteil des Premium-Solarmarkts erobern, insbesondere bei Anwendungen, bei denen ihre einzigartigen Vorteile bestimmte Installationsprobleme direkt angehen.

Ob HPBC für Ihr Projekt geeignet ist, hängt von Ihren spezifischen Umständen, Prioritäten und Ihrem Budget ab. Wenn Sie die Stärken und Schwächen der Technologie kennen, können Sie eine fundierte Entscheidung treffen, die Ihre langfristige Kapitalrendite maximiert und gleichzeitig die praktischen Einschränkungen Ihrer individuellen Installation berücksichtigt.

## Über den Autor

Dieser Artikel wurde von einem Experten von Couleenergy verfasst, der über umfassende Erfahrung in der Analyse neuer Solartechnologien verfügt. Die präsentierten Informationen kombinieren technisches Fachwissen mit realen Leistungsdaten, um Verbrauchern fundierte Entscheidungen über ihre Solarinvestitionen zu ermöglichen.

## Quellen

Dieser Artikel bezieht sich auf Informationen von Branchenführern wie Longi Green Energy, Boston Solar, National Photovoltaic Quality Inspection Center (CPVT), Fraunhofer ISE, Couleenergy und Moregosolar sowie auf technische Veröffentlichungen und unabhängige Testdaten.